

Titel: Auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil, insbesondere ein Zahnrad für Werkzeuggeräte, aus Stahl.

Getriebeteile, beispielsweise von Elektrowerkzeuggeräten, haben infolge der hohen Leistungsaufnahme eine begrenzte Lebensdauer. Zumeist ist die Ausfallursache ein Verschleiß der Zahnflanken bei der Ankerverzahnung. Zwar könnte mit härteren Zahnflanken der Verzahnungsverschleiß reduziert werden. Dies lässt sich mit konventionellen Härteverfahren für Stahl jedoch nicht wirtschaftlich erreichen.

Da die Beanspruchung einer Verzahnung im Prinzip auf die Oberfläche der Zahnflanken begrenzt bleibt, besteht die Möglichkeit, die Zahnflanken mit einer harten verschleißbeständigen Schicht zu versehen. Solche Schichten werden im Plasmaverfahren abgeschieden und sind um ein Vielfaches härter als konventionell gehärteter Stahl.

Es ist bereits bekannt Zahnräder aus zuvor gehärtetem Stahl, zusätzlich mit einer solchen harten Beschichtung und/oder mit einer tribologisch wirksamen reibarmen Funktionsschicht zu

versehen. Da solche Beschichtungen sehr dünn sind, war man seither davon ausgegangen, dass hierfür nur zuvor gehärteter Stahl als Grundlage für die Beschichtung verwendet werden kann. Bei dieser Härtung des Stahls wird ein ferritisches oder perlitisches Gefüge durch eine aufwendige Wärmebehandlung in ein martensitisches Gefüge umgewandelt; es kommt also zu einer Gefügeumbildung.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass es auf wirtschaftliche Weise herstellbar ist und dennoch eine den Anforderungen genügende Verschleißbeständigkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil, insbesondere Zahnrad, für Werkzeuggeräte, aus einem nicht wärmegehärteten Stahl mit ferritischem oder perlitischem Gefüge und einer Grundhärte der unbeschichteten Stahloberfläche von wenigstens 25 HRC, und mit einer harten Oberflächenbeschichtung von weniger als 10 μm Dicke.

Mit der Erfindung wird also vorgeschlagen, zur Herstellung von Getriebeteilen nicht auf einen gehärteten, insbesondere einsatzgehärteten Stahl, zurückzugreifen, der dann gegebenenfalls mit einer weiteren harten, im Plasmaverfahren

abgeschiedenen verschleißbeständigen Schicht versehen wird, sondern bewusst einen nicht wärmegehärteten Stahl, jedoch mit einer hohen Grundfestigkeit zu verwenden.

Es wurde nun erfindungsgemäß festgestellt, dass durch eine harte Oberflächenbeschichtung an sich bekannter Art auch Getriebeteile aus ungehärtetem Stahl der beanspruchten Art im Hinblick auf ihre Härte und Verschleißbeständigkeit derart verbessert werden können, dass sie den üblichen Anforderungen an die Lebensdauer gerecht werden. Trotz der Verwendung von ungehärtetem Stahl jedoch der beanspruchten Grundhärte kommt es nicht zu dem sogenannten "Eierschaleneffekt", d. h. zu einem Durchdrücken der Oberflächenbeschichtung bei einer Punktbelastung.

Während man seither davon ausging, dass sich ungehärteter Stahl nicht für die Herstellung von auf Kraftübertragung beanspruchten Getriebeteilen eignet, wurde mit der vorliegenden Erfindung festgestellt, dass dies für Stahl mit einer ausreichenden Grundhärte nicht gilt.

Durch im Plasma abgeschiedene Schichten kann die Zahnflankenhärte und Verschleißbeständigkeit und damit die Lebensdauer von aus ungehärtetem Stahl der beanspruchten Art hergestellten Getriebeteilen deutlich gesteigert werden. Da die natürliche Grundfestigkeit des ungehärteten Stahls der beanspruchten Art ausreicht, den Eierschaleneffekt zu

vermeiden, kann auf ein Härten des Stahls verzichtet werden. Hieraus resultiert eine Verringerung der Herstellkosten bei gleichzeitiger Steigerung der Bauteilqualität. Infolge des fehlenden Härteverzugs sind Form-, Lage- und Maßtoleranzen geringer.

Es ist beispielsweise denkbar die erforderliche Grundfestigkeit von wenigstens 25 HRC (gemessen bei 1470 N Prüflast), insbesondere von 25 - 35 HRC, insbesondere von 26 - 35 HRC, insbesondere von 27 - 35 HRC, insbesondere von 27 - 30 HRC durch eine Streckung oder ein Ziehen des Stahls zu erreichen, also nicht durch eine Wärmehärtung, sondern unter Beibehaltung eines ferritischen oder perlitischen Gefüges.

Beispielsweise erweist sich ein Stahl mit 0,4 - 0,5 Masse-% Kohlenstoff, 1,13 - 1,70 Masse-% Mangan, 0,2 - 0,35 Masse-% Schwefel, gegebenenfalls mit Silizium und Phosphor, als vorteilhaft. Die hohe Grundfestigkeit solcher Stähle basiert auf eingelagerten Mangansulfiden, die jedoch an der Oberfläche liegend Kerbwirkungen mit sich bringen und dadurch auch bei anschließender (Wärme)Härtung zu einer den Anforderungen an sich nicht genügenden Belastbarkeit führen. Deshalb wurde ungehärteter Stahl bislang nicht zur Herstellung stark belasteter Getriebeteile verwendet. Es wurde nun festgestellt, dass die harte Oberflächenbeschichtung die aufgrund ihrer Kerbwirkung schädlichen Mangansulfide in der Oberfläche abdeckt und sie

hierdurch unschädlich macht. Trotz der Verwendung von an sich ungehärtetem Stahl der genannten Art tritt der "Eierschaleneffekt" nicht auf. Denn die Mangansulfide führen zu einer dennoch hohen und ausreichenden Grundfestigkeit des ungehärteten Stahls der beanspruchten Zusammensetzung.

Die Beschichtung kann zusätzlich reibarm gestaltet werden, so dass an dem Getriebeteil, insbesondere an dessen Zahnflanken, weniger Reibwärme entsteht.

Als Oberflächenbeschichtung kommt in vorteilhafter Weise eine WCH-Beschichtung (Wolfram-Kohlenstoff-Wasserstoff) oder eine DLC- (Diamond Like Carbon) oder eine W-DLC- (Wolfram-Diamond Like Carbon) oder eine CrN (Chrom Nitrit) - Beschichtung oder Kombinationen dieser Beschichtungen in Frage.

Es hat sich als hinreichend erwiesen, wenn die Oberflächenbeschichtung eine Dicke von 2 bis 8, insbesondere von 3 bis 7 und vorzugsweise von 4 bis 6 μm aufweist.

Die vorausgehend angeführten Werte der Rockwellhärte erreichen zwar nicht denjenigen Wert von 50 bis 65 HRC von beispielsweise einsatzgehärteten 16MnCrS5Pb oder 16MnCr5 Stählen; er kommt diesen Härtewerten aber zumindest so nahe, dass ein zufriedenstellender Betrieb möglich ist. Die erwähnten Werte der Rockwellhärte sind indessen höher als bei ungehärtetem M16MnCrS5-Stahl.

Die Oberfläche des erfindungsgemäßen beschichteten Getriebeteils vermag des Weiteren eine Mikrohärtigkeit HV 0,03 von wenigstens HV 1200, insbesondere von wenigstens HV 1250, aufzuweisen. Die Mikrohärtigkeit wird mit einer so geringen Prüflast gemessen, dass sie wirklich die Härte der Oberflächenbeschichtung wiedergibt, also der Prüfkörper die Oberflächenbeschichtung nicht durchdringt.

Des Weiteren erweist sich eine kombinierte Beschichtung mit CrN/DLC bzw. CrN/W-DLC als besonders vorteilhaft. Nicht nur die Mikrohärtigkeit, sondern auch die Verschleißbeständigkeit und der Reibwert ist gegenüber unbeschichteten, jedoch aus gehärteten, insbesondere einsatzgehärteten Stählen, hergestellten Getriebeteilen verbessert.

Patentansprüche

1. Auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil, insbesondere Zahnrad, für Werkzeuggeräte, aus einem nicht wärmegehärteten Stahl mit ferritischem oder perlitischem Gefüge und einer Grundhärte der unbeschichteten Oberfläche von wenigstens 25 HRC, und mit einer harten Oberflächenbeschichtung von weniger als 10 µm Dicke.
2. Getriebeteil nach Anspruch 1, mit eingelagerten Mangansulfiden, mit 0,4 - 0,5 Masse-% Kohlenstoff, 1,13 - 1,70 Masse-% Mangan, 0,2 - 0,35 Masse-% Schwefel, gegebenenfalls Silizium und Phosphor.
3. Getriebeteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenbeschichtung WCH oder DLC oder W-DLC oder CrN oder Kombinationen hiervon ist.
4. Getriebeteil nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenbeschichtung eine Dicke von 2 - 10 µm, insbesondere von 3 - 7 µm aufweist.
5. Getriebeteil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass seine unbeschichtete Oberfläche eine Rockwellhärte von 25 - 35 HRC, insbesondere von 26 - 35 HRC, insbesondere von 27 - 35 HRC, insbesondere von 27 - 30 HRC aufweist.

6. Getriebeteil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass seine beschichtete Oberfläche eine Mikrohärtigkeit HV 0,03 von wenigstens HV 1200, insbesondere wenigstens HV 1250 aufweist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/012364

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C22C38/04 C22C38/60 C23C4/06 C23C4/08 C23C4/12
F16H1/00 F16H55/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C22C C23C F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 04, 31 March 1998 (1998-03-31) & JP 09 324258 A (DAIDO STEEL CO LTD; HONDA MOTOR CO LTD), 16 December 1997 (1997-12-16) abstract	1, 2, 4-6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 03, 27 February 1998 (1998-02-27) & JP 09 287644 A (TOA STEEL CO LTD), 4 November 1997 (1997-11-04) abstract	1
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 February 2005

Date of mailing of the international search report

04/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

L11impakis, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/012364

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 12, 3 January 2001 (2001-01-03) & JP 2000 265242 A (DAIDO STEEL CO LTD), 26 September 2000 (2000-09-26) abstract</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/012364

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 09324258	A	16-12-1997	NONE	
JP 09287644	A	04-11-1997	JP 3517515 B2	12-04-2004
JP 2000265242	A	26-09-2000	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/012364

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 C22C38/04 C22C38/60 C23C4/06 C23C4/08 C23C4/12 F16H1/00 F16H55/06		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 C22C C23C F16H		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 04, 31. März 1998 (1998-03-31) & JP 09 324258 A (DAIDO STEEL CO LTD; HONDA MOTOR CO LTD), 16. Dezember 1997 (1997-12-16) Zusammenfassung	1,2,4-6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 03, 27. Februar 1998 (1998-02-27) & JP 09 287644 A (TOA STEEL CO LTD), 4. November 1997 (1997-11-04) Zusammenfassung -/-	1
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 17. Februar 2005		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 04/03/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Lilimpakis, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCI/EP2004/012364

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 12, 3. Januar 2001 (2001-01-03) & JP 2000 265242 A (DAIDO STEEL CO LTD), 26. September 2000 (2000-09-26) Zusammenfassung</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012364

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 09324258	A	16-12-1997	KEINE		
JP 09287644	A	04-11-1997	JP	3517515 B2	12-04-2004
JP 2000265242	A	26-09-2000	KEINE		